のパターンについて一括形式で定めておいてもよい。

次に、これら貸出金額M_kのデータを用いて貸出先数Nを算出した上で、各貸出先の貸出金額M_kと、格付変動による損失割合とに基づいて、各貸出先毎の債権価値の変動額M_{kh}を算出する（ステップＳ４１）。

次に、各貸出先の格付変化の確率p_{kh}と各貸出先毎の債権価値の変動額M_{kh}とを用いて数式（５）に示した特性関数ϕ（ｔ）を算出する（ステップＳ４２）。次に、この特性関数ϕ（ｔ）をフーリエ逆変換することにより、広義の貸倒金額Ｌの確率分布ｆ（Ｌ）が求まる（ステップＳ３）。そして、この確率分布をプリンタ等で出力する（ステップＳ４）。

以上のように、本実施形態に係る広義の貸倒金額の確率分布についての算出手法によれば、倒産に至らなくとも信用悪化により債権価値が減少するリスクも含めた信用リスク管理が可能になる。すなわち、図８に示したように、将来の一時点において、貸出先が倒産（格付「Ｄ」）に至っていなくとも、格付が「ＢＢＢ」、「ＢＢ」、「Ｂ」に下がることにより債権価値が減少する。このような債権価値の減少は広い意味での貸倒損失であると考えることができる。本実施形態では、このような債権価値の減少をも考慮した広義の貸倒金額の確率分布を求めることができる。

〔第４実施形態〕

本発明の第４実施形態は、実損金額及び貸倒確率について複数のシナリオを用意して、これら複数のシナリオの平均をとることにより、貸倒金額の確率分布をより正確にもとめようとするものである。

ここで、実損金額とは、貸出先の貸出金額から、その貸出先について設定されている担保金額等を差し引いた金額である。つまり、実損金額＝（貸出先への貸出金額）－（担保金額等）で表現することができる。これは、貸出先が倒産したとしても、その貸出先について担保を設定しているような場合には、その担保価値分については貸出金を回収することができるので、その分を差し引いた金額が実損金額となるためである。

まず、一般式から説明すると、Ｎ個の貸出先ｋ＝１、２、…Ｎが存在し、倒産確率がp_kであり、貸出金額がM_kである確率をＧ（p_1、…、p_N、M_1、…、Ｍ

$_N$）とする。このとき、各貸出先の倒産確率p_1、…、p_Nとし、貸出金額をM_1、…、M_Nとした場合のフーリエ逆変換により求めた貸倒金額の確率分布をf（L、p_1、…、p_N、M_1、…、M_N）とする。このように倒産確率及び貸出金額がある確率にしたがって変動する場合の貸倒金額の確率分布は、

$$\sum f(L,\ p_1,\ \cdots,\ p_N,\ M_1,\ \cdots,\ M_N)\,G(p_1,\ \cdots,\ p_N,\ M_1,\ \cdots,\ M_N) \quad \cdots (6)$$

（ただし、和は全てのp_1, …, p_N, M_1, …, M_Nの組み合わせについて取る）

となる。

あるいは、倒産確率及び貸出金額の変動の確率分布が連続の場合には、N個の貸出先k＝１、２、…Nが存在し、倒産確率がp_kであり、貸出金額がM_kである確率密度をg（p_1、…、p_N、M_1、…、M_N）とする。この場合、貸倒金額の確率分布は、

$$\int f(L,\ p_1,\ \cdots,\ p_N,\ M_1,\ \cdots,\ M_N)\,g(p_1,\ \cdots,\ p_N,\ M_1,\ \cdots,\ M_N)\,dp_1\cdots dp_N\,dM_1\cdots dM_N \quad \cdots (7)$$

となる。つまり、数値積分をすることにより貸倒金額の確率分布が求まる。

次に、図１０に基づいて、本実施形態に係る貸倒金額の確率分布を算出するための手法を、コンピュータで実施した場合の処理を説明する。この図１０からわかるように、まず、各貸出先の貸出金額M_kと倒産確率p_kとを入力する（ステップＳ５０）。続いて、これら貸出金額M_kと倒産確率p_kとのうちの少なくとも一方のデータを用いて貸出先数Ｎを算出した上で、ｓｎ個分のシナリオを発生させ、各シナリオに基づく各貸出先の実損金額と倒産確率を生成する。つまり、第１～第ｓｎシナリオのそれぞれについて、各貸出先の実損金額と倒産確率とを生成す

る。

例えば、将来の担保価値の変動により、実損金額は変動することになる。また、将来の日本の経済状況により、倒産確率は変動することになる。これらｓｎ個分のシナリオに対する実損金額と倒産確率は、人が予測した値を入力してもよいし、コンピュータシミュレーションや関数により算出してもよい。

次に、各シナリオ毎に貸倒金額の確率分布を算出する。すなわち、まず第１シナリオに基づく各貸出先の第１実損金額と第１倒産確率と取り込んで（ステップＳ５２（１））、これら第１実損金額と第１倒産確率とに基づいて特性関数を算出する（ステップＳ５３（１））。続いて、この特性関数をフーリエ逆変換し（ステップＳ５４（１））、第１確率分布を取得する（ステップＳ５５（１））。

同様にして、第２シナリオによる第２確率分布を取得し（ステップＳ５２（２）～ステップＳ５５（２））、第３シナリオによる第３確率分布を取得し（ステップＳ５２（３）～ステップＳ５５（３））し、…第ｓｎシナリオによる第ｓｎ確率分布を取得する（ステップＳ５２（ｓｎ）～ステップＳ５５（ｓｎ））。

これまでの処理でｓｎ個の確率分布が得られたことになるが、本実施形態では上述した数式（６）に基づいて、これらｓｎ個の確率分布の加重平均を求め（ステップＳ５６）、この加重平均された確率分布をプリンタ等で出力する（ステップＳ４７）。なお、図１０の例では各シナリオを平均化した貸倒金額の確率分布を求めたが、ｓｎ個分の貸倒金額の確率分布をそれぞれシナリオ毎にプリンタ等で出力し、その出力結果を人間が解析するようにすることも可能である。また、上述した数式（７）に基づけば、ステップＳ５６で数値積分をすることにより、各シナリオの平均を求めることになる。

次に、ステップＳ５１において、関数に基づいて複数のシナリオを発生させる手法について説明する。本実施形態では、各貸出先のそれぞれの倒産確率をある関数に基づいて複数発生させる。したがって、貸出金額については各貸出先毎に固定であってもよいし、人がシナリオ毎に想定したデータを入力してもよい。

（マルチファクターモデル）

まず、マルチファクターモデルについて説明する。Ｎｏｒｍ（）を標準正規分

布の累積確率関数とする。いまR個の確率変数u_1、u_2、…、u_Rが存在し、R次元正規分布にしたがうものとし、その確率密度関数をf_R()とする。貸出先の数をNとし、各貸出先k＝1、…、Nについてその状態を示す確率変数y_kが存在し、この確率変数が、

$$y_k=\sum_{r=1}^{R} a_{kr} u_r+\varepsilon_k \qquad \cdots (8)$$

で表されるものとする。但し、a_{kr}は定数であり、ε_kは標準正規分布にしたがう確率変数u_1、u_2、…、u_Rとは独立な確率変数であり、各ε_kは互いに独立である。さらに、定数Y_kが存在し、$y_k<Y_k$のとき、貸出先kは倒産するものとする。

このとき、貸出先kが倒産すること、すなわち、

$$y_k<Y_k、$$

$$\varepsilon_k<Y_k-\sum_{r=1}^{R} a_{kr} u_r、$$

はそれぞれ同値であり、貸出先kの倒産、非倒産は確率変数u_1、u_2、…、u_Rを固定した状況では、確率変数ε_kのみで決まる。

確率変数ε_kは互いに独立であるため、確率変数u_1、u_2、…、u_rを固定した状況では、貸出先kの倒産、非倒産は互いに独立となる。また、その場合の貸出先kの倒産確率は、

$$\mathrm{Norm}\,(Y_k-\sum_{r=1}^{R} a_{kr} u_r) \qquad \cdots (9)$$